

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-223895

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.CI.

H02K 33/02  
H01F 7/16

(21)Application number : 07-027046

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 15.02.1995

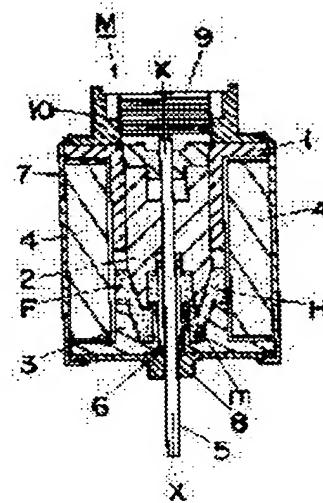
(72)Inventor : HIRATA KATSUHIRO  
ICHII YOSHITAKA

## (54) LINEAR SOLENOID

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a linear solenoid which has high response and can effectively operate with high output by increasing the magnetic flux density in a magnetic circuit by magnetic fluid existing in a gap between a movable element and a stator in the circuit.

CONSTITUTION: The linear solenoid comprises a yoke 1, a movable element 2, a stator 3 disposed at the position opposed to the element 2, a coil 4 disposed on the periphery of the element 2, a shaft 5 fixedly inserted through the center of the element 2, and a spring 6 compressed to be provided between the element 2 and the stator 3 to give a force (the repulsion force of the spring) for raising the element 2 in the separating direction from the stator 3. A magnetic fluid F is filled in an air gap H formed to hold a sealing state at a place including a gap (m) formed between the element 2 and the stator 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3210826

[Date of registration] 13.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-223895

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup> H 02 K 33/02 H 01 F 7/16	識別記号	府内整理番号	F I H 02 K 33/02 H 01 F 7/16	技術表示箇所
				A C

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全5頁)

(21)出願番号 特願平7-27046

(22)出願日 平成7年(1995)2月15日

(71)出願人 000005832  
松下電工株式会社  
大阪府門真市大字門真1048番地  
(72)発明者 平田 勝弘  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 一井 義孝  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(74)代理人 弁理士 石田 長七 (外2名)

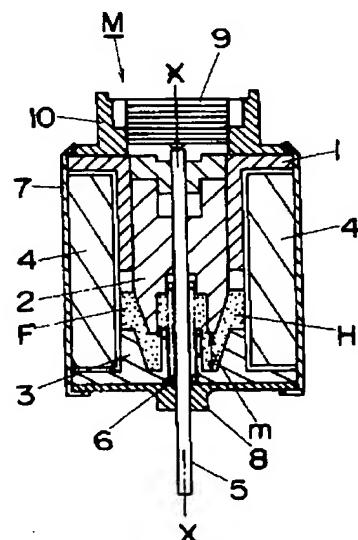
(54)【発明の名称】 リニアソレノイド

(57)【要約】

【目的】 磁気回路中の可動子と固定子との間の隙間に存在している磁性流体により磁気回路中の磁束密度を増大して、高応答性があり、しかも高出力で動作の確実なリニアソレノイドを得る。

【構成】 ヨーク1、可動子2、可動子2と対向した位置に配設された固定子3、可動子2の周囲に配設されているコイル4、可動子2の中央部に貫通して固定されているシャフト5、シャフト5が貫通されるとともに、可動子2と固定子3との間に複数設されて可動子2を固定子3とは離間する方向に押し上げる力(ばね反発力)を付与しているスプリング6から構成される。ヨーク1、可動子2、固定子3及びコイル4で囲まれ、かつ可動子2と固定子3との間に形成される隙間Mを含む場所に封止状態に保持して形成された空間H内に、磁性流体Fを充填する。

- 1 ヨーク
- 2 可動子
- 3 固定子
- 4 コイル
- 5 シャフト
- 6 スプリング
- m 間隙
- H 空間
- F 磁性流体



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヨーク、可動子、可動子と対向した位置に配設されている固定子、可動子の周囲に配設されているコイル、可動子の中央部を貫通して固定されているシャフト、シャフトが貫通されるとともに、可動子と固定子との間に縮設されて常時固定子から可動子を離間する方向に押圧する力（ばね反発力）を付与しているスプリングから構成され、前記コイルに流れる励磁電流により発生する磁束により、前記スプリングのばね反発力に抗して前記可動子を前記固定子の方向に吸引動作するリニアソレノイドにおいて、ヨーク、可動子、固定子及びコイルで囲まれ、かつ固定子と可動子との間に形成される間隙を含む場所に封止状態に保持された空間を形成し、この空間内に磁性流体を介在させて成ることを特徴とするリニアソレノイド。

【請求項2】 弹性体で作製された磁性流体溜部を、磁性流体が介在されている前記空間内と連通する通路を介してリニアソレノイドの外側に設置して成ることを特徴とする請求項1記載のリニアソレノイド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はリニアソレノイドに関するもので、例えば車載用バルブの開閉装置に使用されるものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図3は従来のリニアソレノイドの一例を示す断面正面図であるが、シャフトeを通る中心軸X-Xに対して左右対称型に構成されている。リニアソレノイドNは、ヨークa、可動子b、可動子bと対向した位置に配設された固定子c、可動子bの周囲に巻装し配設されたコイルd、可動子bを貫通して固定されているシャフトe、スプリングf及び可動子bの位置検知センサーgから構成され、コイルdに励磁電流を流して発生する磁束により固定子cと可動子bとの間に吸引力を発生させるものである。なお、図4中のmは固定子cと可動子bとの間に形成されている間隙である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 図3に示す従来のリニアソレノイドNでは、コイルdに励磁が流れるとヨークa、可動子b、可動子bと対向した位置に配設された固定子c、可動子bの周囲に配設されたコイルdより成る磁気回路が構成される。この磁気回路中には可動子bと固定子cとの間に間隙mが形成されるが、この間隙m中では磁気抵抗が非常に大きいために多くの磁気エネルギーが消費されることになり、動作上の効率があまりよくないという問題がある。

【0004】 本発明に係るリニアソレノイドによれば前記した従来例の問題点を解決できるものであって、磁気回路中の間隙内に存在している磁性流体により磁気回路中の磁束密度を増大して磁気抵抗を小さくすることで、

高応答性があり、しかも高出力で動作の確実なリニアソレノイドを得ることを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 前記の目的を達成するために、本発明に係るリニアソレノイドの請求項1の発明は、ヨーク、可動子、可動子と対向した位置に配設されている固定子、可動子の周囲に配設されているコイル、可動子の中央部を貫通して固定されているシャフト、シャフトが貫通されるとともに、可動子と固定子との間に縮設されて常時固定子から可動子を離間する方向に押圧する力（ばね反発力）を付与しているスプリングから構成され、前記コイルに流れる励磁電流により発生する磁束により、前記スプリングの反発力に抗して前記可動子を前記固定子の方向に吸引動作するリニアソレノイドにおいて、ヨーク、可動子、固定子及びコイルで囲まれ、かつ固定子と可動子との間に形成される間隙を含む場所に封止状態に保持された空間を形成し、この空間内に磁性流体を介在させて成ることを特徴とするものである。

【0006】 また請求項2の発明は請求項1の発明において、弾性体で作製された磁性流体溜部を、磁性流体が介在されている前記空間内と連通する通路を介してリニアソレノイドの外側に設置して成ることを特徴とするものである。

## 【0007】

【作用】 本発明に係るリニアソレノイドの作用について述べる。可動子の周囲に配設されているコイルに励磁電流が流れると、ヨーク、可動子、固定子及びコイルによる磁気回路が構成される。この磁気回路中において、可動子と固定子との間には間隙が形成されている。そこでコイルに励磁電流が流れるとその磁束により、スプリングのばね反発力に抗して間隙内において、固定子には可動子を固定子の方向に吸引しようとする力が作用する。

【0008】 コイルに流れる励磁電流の線形変化により可動子の変位量を定めるためには、可動子に対する固定子の吸引力と、スプリングのばね反発力を釣り合わせることが必要であるが、可動子に対する固定子の吸引力と、スプリングのばね反発力を釣り合わせて、その釣り合いによる或る位置に至るまで可動子を下降移動することにより、可動子とシャフトとは一体となって固定子の方向に直線移動するのである。

【0009】 次にコイルに励磁電流が流れなくなると、この励磁電流により形成される磁気回路がなくなるから、可動子の変位量に応じたスプリングのばね反発力により、可動子とシャフトとは一体となって上昇移動することになり、その可動子は固定子とは離間する方向に直線移動する。そして請求項1の発明では、リニアソレノイドの内部において、ヨーク、可動子、固定子及びコイルで囲まれ、かつ可動子と固定子との間隙を含む場所に、封止状態に保持されている空間内に磁性流体を介在させているから、磁気回路中において、前記間隙内の磁

気抵抗を低下させることになる。そのためにその間隙内の磁束密度が増大することになり、固定子により可動子を固定子の方向に吸引しようとする大きな力が作用する。

【0010】また請求項2の発明では、可動子の固定子の方向への変位移動に従ってリニアソレノイドの空間内の容積が次第に小さくなるが、そのために空間内の磁性流体は、通路を介して磁性流体溜部の方向に移動して流れることになり磁性流体溜部内に溜まる。次にコイルに励磁電流が流れなくなると、スプリングのはね反発力により可動子とシャフトとは一体となって可動子が固定子とは離間する方向に直線移動する。可動子が固定子とは離間する方向に変位移動するに従って空間内の容積が次第に大きくなる。磁性流体溜部は弾性体で作製されているから、磁性流体溜部内に今まで溜められていた磁性流体は、その磁性流体溜部の弾性により通路を介して再びリニアソレノイド内の空間内に押し戻される。

【0011】このような可動子の上下方向の変位動作において、リニアソレノイドの空間内に存在する磁性流体の量が変化するのであるが、その空間内の磁性流体の充填率を変化することにより、低出力から高出力にわたり広範囲でしかも動作の確実なリニアソレノイドを得ることができる。

#### 【0012】

【実施例】以下図面を参照しながら本発明の実施例を具体的に説明する。図1は本発明に係るリニアソレノイドの第1の実施例を示す断面正面図であり、シャフト5を通る中心軸X-Xに対して左右対称型に構成されている。図1について説明する。ヨーク1、可動子2、可動子2と対向した位置に配設された固定子3、可動子2の周囲に配設されているコイル4、可動子2の中央部を貫通して固定されているシャフト5、シャフト5が貫通されるとともに、可動子2と固定子3との間に縮設されて可動子2を常時図1中の上方向（固定子3とは離間する方向）に押し上げる力（反発力）を付与するスプリング6から成るリニアソレノイドMが構成される。なお、図1中の7はリニアソレノイドMの外側を覆うカバー、8は軸受、9は可動子2の移動位置を検知するための位置検知センサー、10は位置検知センサーハウジング、mは可動子2と固定子3との間に形成される間隙である。

【0013】また図1中のFは磁性流体である。この磁性流体Fは、例えば水ベース磁性流体フェリコロイドW-35〔タイホー工業（株）製〕を、蒸留水で密度1050kg/m<sup>3</sup>に希釈したもの、またはフェリコロイドPA-40で、比重1.24(25°C)、飽和磁化は300ガウス、外観は黒褐色液体、蒸発量8μg/cm<sup>2</sup>hr(80°C)、引火点244°C、粘度170mPa·s(25°C)、溶媒はポリαオレフィン系、溶質はフェライト、溶質濃度は40%（重量パーセント）、溶質の大きさは100~200Å、界面活性剤は

オレフィン酸のものなどを使用している。

【0014】そしてヨーク1、可動子2、固定子3及びコイル4で囲まれ、かつ可動子2と固定子3との間に形成される間隙mを含む場所に、封止状態に保持された空間Hを形成し、この空間H内に前記したような磁性流体Fを介在させるものである。次に第1の実施例のリニアソレノイドについて動作状態を説明する。可動子2の周囲に配設されているコイル4に励磁電流が流れると、ヨーク1、可動子2、固定子3及びコイル4による磁気回路が構成されるが、この磁気回路中において可動子2と固定子3との間には間隙mが形成されている。そこでコイル4に励磁電流が流れるとその磁束により、スプリング6のはね反発力に抗して間隙m内において固定子3には可動子2を図1中の下方向（固定子3の方向）に吸引しようとする力が作用する。

【0015】コイル4に流れる励磁電流の線形変化により可動子2の変位量（シャフト5の移動量）を定めるためには、可動子2に対する固定子3の吸引力と、スプリング6の反発力を釣り合わせることが必要であるが、可動子2に対する固定子3の吸引力と、スプリング6のはね反発力を釣り合わせて、その釣り合いによる或る位置に至るまで可動子2は下降移動することにより、可動子2とシャフト5とは一体となって図1中の下方向（固定子3の方向）に直線移動する。

【0016】ところでリニアソレノイドMの内部において、ヨーク1、可動子2、固定子3及びコイル4で囲まれ、かつ可動子2と固定子3との間に形成される間隙mを含む場所に、封止状態に保持されている空間H内に磁性流体Fを介在させているから、ヨーク1、可動子2、固定子3及びコイル4により構成される磁気回路中において、前記間隙m内の磁気抵抗を低下させることになる。そのためその間隙m内の磁束密度を増大させることになり、固定子3により可動子2を図1中の下方向（固定子3の方向）に吸引しようとする力が大きく作用する。従って高応答性があり、高出力化、小型化が可能なリニアソレノイドMを得ることができる。

【0017】図2は本発明に係るリニアソレノイドの第2の実施例を示す断面正面図であるが、図2において図1に対応する箇所には同一の符号を付している。しかし図2に示す第2の実施例において、図1に示す第1の実施例と異なる部分は、弾性体で作製された磁性流体溜部Jを、磁性流体Fが介在されている空間H内と連通する通路Kを介してリニアソレノイドMの外側を覆うカバー7の外面に設置していることである。

【0018】第2の実施例のリニアソレノイドについて動作状態を説明する。コイル4に励磁電流が流れるとその磁束により、スプリング6のはね反発力に抗して間隙m内において固定子3には可動子2を図1中の下方向（固定子3の方向）に吸引しようとする力が作用する

が、この可動子2の固定子3の方向への変位移動に従ってリニアソレノイドMの空間H内の容積が次第に小さくなる。そのため空間H内の磁性流体Fは、通路Kを介して磁性流体溜部Jの方向に移動して流れることになり磁性流体溜部J内に次第に溜まる。

【0019】次にコイル4に励磁電流が流れなくなると、この励磁電流により形成される磁気回路が無くなるから、スプリング6のばね反発力により可動子2とシャフト5とは一体となって可動子2が固定子3とは離間する方向に直線移動することになり、可動子2の上方向の変位移動に従って空間H内の容積が次第に大きくなる。ところが磁性流体溜部Jは弾性体で作製されているから、その磁性流体溜部Jに今まで溜められていた磁性流体Fは、磁性流体溜部Jの弾性により通路Kを介して再びリニアソレノイドMの空間H内に押し戻される。

【0020】このような可動子2の上下方向の変位動作において、リニアソレノイドMの空間H内に存在する磁性流体Fの量が変化するのであるが、空間H内の磁性流体Fの充填率を変化することにより低出力から高出力にわたり広範囲で、しかも動作の確実なリニアソレノイドMを得ることができる。なお、図1または図2に示すように位置検知センサー9の下端はシャフト5の上端で押圧されており、シャフト5の上端が上下移動する位置の変化により、その位置に比例して位置検知センサー9内の電気抵抗が変化してシャフト5の上下移動の位置を検知する。またシャフト5の下端（位置検知センサー9の位置とは反対側）には、例えば車載用バルブの開閉装置（図示せず）が連結されており、シャフト5の上下移動によりその車載用バルブの開閉装置を開閉動作する。換言すれば例えばシャフト5の上端が第1の位置（位置検知センサー9の下端に当接した位置）にある状態では、車載用バルブの開閉装置はオフ状態にあり、シャフト5の上端が第2の位置（位置検知センサー10の下端から離れた位置）にある状態では、車載用バルブの開閉装置はオン状態となる。

【0021】以上のようにして本発明に係るリニアソレノイドにおいて、請求項1の発明では、リニアソレノイドMの内部において、ヨーク1、可動子2、固定子3及びコイル4で囲まれ、かつ間隙mを含む場所に、封止状態に保持されている空間H内に磁性流体Fを介在せることにより、磁気回路中において、間隙m内の磁気抵抗を低下させ、そのために可動子2と固定子3との間の間隙m内の磁束密度を増大させて固定子3により可動子2を固定子3の方向に吸引しようとする力を大きくする。

【0022】また請求項2の発明では、可動子2の固定子3の方向への変位移動に従ってリニアソレノイドMの空間H内の容積が次第に小さくなり、そのため空間H内の磁性流体Fは、通路Kを介して磁性流体溜部Jの方向に移動して流れることになりその磁性流体溜部内Jに溜

まる。次にコイル4に励磁電流が流れなくなると、スプリング6のばね反発力により可動子2とシャフト5とは一体となって可動子2が固定子3とは離間する方向に直線移動することになり、可動子2の上方向の変位移動に従って空間H内の容積が次第に大きくなる。ところが磁性流体溜部Jは弾性体で作製されているから、その磁性流体溜部Jに今まで溜められていた磁性流体Fは、磁性流体溜部Jの弾性により通路Kを介して再びリニアソレノイドM内の空間H内に押し戻される。

【0023】このような可動子2の上下方向の変位動作において、リニアソレノイドMの空間H内に存在する磁性流体Fの量が変化するが、空間H内の磁性流体Fの充填率を変化することにより低出力から高出力にわたり広範囲で、しかも動作の確実なリニアソレノイドを得ることができる。

【0024】

【発明の効果】本発明に係るリニアソレノイドは前記のように構成して成るもので以下の効果を奏するものである。すなわち請求項1の発明では、リニアソレノイドの内部において、ヨーク、可動子、固定子及びコイルで囲まれ、かつ可動子、固定子間の間隙を含む場所に、封止状態に保持されている空間内に介在されている磁性流体により、前記間隙内の磁気抵抗を低下させて磁束密度を増大させ、高応答性があり、しかも高出力化、小型化が可能なりニアソレノイドを得ることができる利点がある。

【0025】請求項2の発明では、請求項1の発明による利点に加えてさらに、可動子の上下方向の変位動作において、リニアソレノイドの空間内に存在する磁性流体の量を変化させ、その空間内の磁性流体の充填率を変化することにより低出力から高出力にわたり広範囲で、しかも動作の確実なリニアソレノイドを得ることができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るリニアソレノイドの第1の実施例を示す断面正面図である。

【図2】本発明に係るリニアソレノイドの第2の実施例を示す断面正面図である。

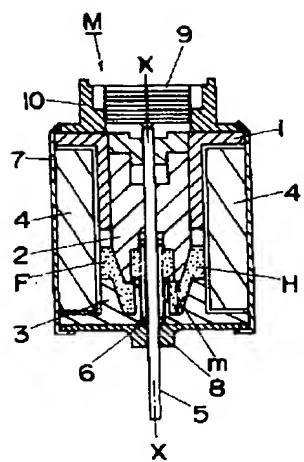
【図3】従来のリニアソレノイドの一例を示す断面正面図である。

【符号の説明】

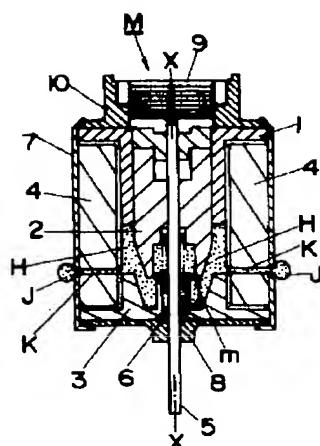
- 1 ヨーク
- 2 可動子
- 3 固定子
- 4 コイル
- 5 シャフト
- 6 スプリング
- m 間隙
- H 空間
- F 磁性流体

【図1】

1 ヨーク  
2 可動子  
3 固定子  
4 コイル  
5 シャフト  
6 スプリング  
m 間隙  
H 空間  
F 磁性流体



【図2】



【図3】

